

Disminución de emisiones de CO₂ en el TESCOI como logro del SGen

PIEDRAS-MORALES, Miguel*†

Recibido Octubre 4, 2017; Aceptado Noviembre 3, 2017

Resumen

El desarrollo del Sistema de Gestión de Energía (SGEn) en el Tecnológico de Estudios Superiores de Cuautitlán Izcalli (TESCI), tiene como objetivo principal reducir el consumo de energía eléctrica y como consecuencia la disminución de las emisiones de CO₂. Buscando ayudar al cumplimiento de los acuerdos llevados a cabo en París en el 2016, y en el compromiso mexicano de ayudar a disminuir la huella de carbono del hombre en el planeta, se desarrollo un plan de trabajo, basado en las metodologías CPM y en espiral, en varias etapas, la primera etapa ya concluida, ha arrojado resultados excelentes. En el presente trabajo se explica como funciona el proceso de generación eléctrica, la relación entre emisión de gases de efecto invernadero y los kWh que se consumen. Se muestran, los resultados de los estudios realizados, las consideraciones y acciones seguidas, para disminuir la carga eléctrica conectada y sus resultados, así como los cálculos que llevan a afirmar que en 2016, se dejaron de emitir 23 toneladas de CO₂, al medio ambiente.

Electricidad, Carbono, Ambiente

Abstract

The development of the Energy Management System (SGEn) at the Technological University of Cuautitlán Izcalli (TESCI), has as main objective to reduce the consumption of electric energy and as a consequence the reduction of CO₂ emissions. Seeking to help fulfill the agreements reached in Paris in 2016, and in the Mexican commitment to help reduce the carbon footprint of man on the planet, a work plan was developed, based on CPM and spiral methodologies, In several stages, the first stage already concluded, has yielded excellent results. This paper explains how the electricity generation process works, the relation between the emission of greenhouse gases and the kWh that are consumed. The results of the studies carried out, the considerations and actions taken, are shown to reduce the connected electrical load and its results, as well as the calculations that lead to the assertion that in 2016, 23 tonnes of CO₂ were no longer emitted into the environment.

Electricity, Carbon, Environment

Citación: PIEDRAS-MORALES, Miguel. Disminución de emisiones de CO₂ en el TESCOI como logro del SGen. Revista de Sistemas Experimentales 2017, 4-13: 17-24

*Correspondencia al Autor (Correo Electrónico: profmiguelpedras@hotmail.com)

†Investigador contribuyendo como primer autor.

Introducción

El desarrollo del Sistema de Gestión de Energía (SGEn) en el Tecnológico de Estudios Superiores de Cuautitlán Izcalli (TESCI), tiene como objetivo principal reducir el consumo de energía eléctrica y como consecuencia la disminución de las emisiones de CO₂.

Buscando ayudar al cumplimiento de los acuerdos llevados a cabo en París en el 2016, y en el compromiso mexicano de ayudar a disminuir la huella de carbono del hombre en el planeta, se desarrollo un plan de trabajo, basado en las metodologías CPM y en espiral, en varias etapas.

Inicialmente el problema fue el monto de facturación, sin embargo conforme se avanzo en el proyecto, fue evidente la necesidad de apearse a normas ya establecidas, como la ISO-50001. Dado que el presupuesto de la institución es limitado, era complicado contratar empresas externas, ya que los costos eran prohibitivos en tales circunstancias.

Con base a la revisión de LEY 697 DE 2001, el uso racional de la energía (URE) es el aprovechamiento y utilización óptima de la energía en cada una de las cadenas energéticas, con el objetivo de obtener la mayor eficiencia, de forma original durante cualquier actividad de producción, transformación, transporte distribución y consumo, de la corriente eléctrica, incluyendo la reutilización dentro del desarrollo sostenible y el respeto a la normatividad sobre el medio ambiente y los recursos naturales renovables; garantizando el normal funcionamiento de las instalaciones, sin ningún tipo de interferencias en las mismas.

La eficiencia energética, se refiere a, la relación existente entre la energía aprovechada y la energía total utilizada en un determinado proceso.

La generación de energía eléctrica, (proporcionada por CFE), se realiza en instalaciones industriales conocidas como centrales eléctricas generadoras, mismas que realizan la transformación de energías, mecánicas, caloríficas o nucleares, a electricidad.

La centrales se dividen en dos grupos, centrales eléctricas generadoras convencionales, y centrales eléctricas generadoras no convencionales. Las primeras usan los métodos tradicionales como hidroeléctricas, nucleares o termoeléctricas, las segundas, son eólicas, solares, mareomotrices, de biomasa, geotérmicas, etc.

Un sistema de generación y suministro eléctrico esta conformado por una serie de elementos, divididos en, generación, transporte, y distribución. Este sistema se encuentra dotado de mecanismos de operación y control centralizado, seguridad y protección, constituyendo un sistema integrado.

En la figura 1 se muestran los elementos desde el sistema de generación, hasta la distribución.

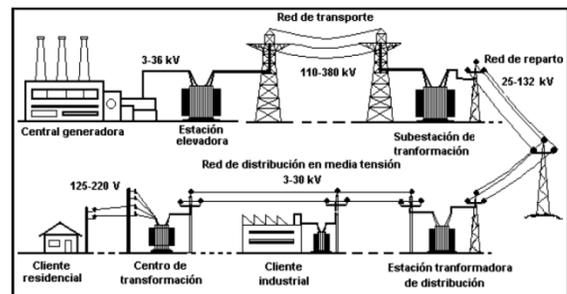


Figura 1 Elementos de un sistema de generación

Las centrales eléctricas son las encargadas de generar, corriente eléctrica utilizable, sin embargo, generalmente estas se encuentran a distancias muy grandes de donde se desea utilizar, por lo que el nivel de voltaje se debe elevar a valores que permitan su transportación, alrededor de 110 a 380kV, en caso de que la distancia sea mucha, o que las condiciones climáticas lo ameriten, este proceso puede repetirse varias veces, ya que se presenta algo llamado, caída de voltaje, dicho de otra forma, la fuerza con la que corre la corriente eléctrica por los cables de transmisión, decae y puede perderse la electricidad o dispersarse en el medio ambiente.

La generación de energía eléctrica tiene el siguiente proceso:
Mover el rotor de un generador eléctrico, mediante inducción magnética se genera electricidad.

Para mover el rotor, se usan distintos medios:

- a. El primero y mas sencillo, es moverlo aprovechando caídas de agua, como cascadas. En las hidroeléctricas estas caídas de agua se han construido artificialmente con la construcción de presas.
 - b. El segundo es calentando agua, hasta generar vapor que, expulsado a gran presión mueve el rotor.
2. El calentamiento del vapor, se logra por, fisión nuclear, quemando gas, quemando carbón o quemando combustóleo.

En México 45% de la energía generada se logra quemando combustóleo o carbón (Fuente CFE).

El 6 de junio del 2012 se publicó la Ley General de Cambio Climático (LGCC) que entró en vigor en Octubre de ese mismo año, esta ley establece la creación de diversos instrumentos de política pública, entre ellos el Registro Nacional de Emisiones (RENE) y su reglamento, los cuales buscan compilar la información necesaria en materia de emisión de Compuestos y Gases de Efecto Invernadero (CyGEI) de los diferentes sectores productivos del país.

Los gases o compuestos de efecto invernadero a reportar son: el dióxido de carbono, el metano, el óxido nitroso, el carbono negro u hollín, gases fluorados, hexafluoruro de azufre, trifluoruro de nitrógeno, éteres halogenados, halocarbonos, mezclas de estos gases y otros gases identificadas por el IPCC (Intergubernamental Panel on Climate Change) y designados por la Semarnat.

El RENE emite anualmente un factor de emisión para el cálculo de emisiones indirectas por consumo de electricidad, con el cual se puede calcular la cantidad de CO₂ que se emite al medio ambiente.

Este año (2017) su valor es de:

0.454 toneladas de CO₂ / MWh

Dicho de otro modo, cada que se enciende un foco, motor, televisión o cualquier aparato que consume energía eléctrica (Carga eléctrica), en las estaciones generadoras se debe aumentar la producción de electricidad, por lo que se debe quemar más combustóleo. Entre mas carga se deba alimentar, mas combustóleo se quema. Es por ello que el factor de emisión, esta relacionado directamente con la potencia eléctrica ($P=VI$, donde V=voltaje, I=Corriente, P=Potencia) que esta dada en Whatts.

Hipótesis

La reducción de carga eléctrica conectada en el TESCOI, y las buenas costumbres de su uso, resultarán en la disminución de monto facturado mensualmente e indirectamente en la disminución de emisiones de CO₂, que el TESCOI genera.

Planteamiento del problema

Con base en el método de la ruta crítica (CPM), Figura 2, se plantea el proceso de desarrollo del proyecto.



Figura 2 Método de la ruta crítica. CPM

Planificación: Una vez establecida la necesidad de reducir el consumo de energía, se realizan los siguientes pasos:

1. Identificar el rubro de energía que se debe controlar, se toman en cuenta, gasolina, diesel, gas, y electricidad. Con base en la facturación mensual, se identifica que; gasolina, diesel y gas generan el 20% de gasto total de energía, y la electricidad el 80% (para ello se análisis en consumo de energía realizando un análisis dimensional y convirtiendo todo a KJ), por lo que se decide solo concentrar los esfuerzos en la energía eléctrica.

2. Con la energía a controlar identificada, se procede a identificar los puntos en donde se realiza el mayor gasto, por lo que se hace un inventario de carga conectada.
3. De la carga conectada se identifica cual carga es la que mayor consume.
4. Se hace el estudio para reducir carga de iluminación sin afectar el servicio, mediante luxometría.

Notificación

1. Se analiza el gasto que esto genera, y se notifica a las autoridades, recibiendo la aprobación del proyecto.

Control y monitoreo, análisis y reporte.

1. Se monitorea el avance y se reportan los resultados. Los cuales se presentan a continuación, tomando en cuenta los consumos de los años 2015 y 2016.

Desarrollo e implementación

La infraestructura, consta de 10 edificios de 2 plantas, una cafetería y un almacén. Además cuenta con un estacionamiento amplio con capacidad para 500 automóviles, áreas deportivas, estadio de futbol, una purificadora de agua. De los 10 edificios, se dividen en, un centro de cómputo, dos edificios administrativos, una biblioteca y seis edificios de aulas, cada uno con 13 salones, 6 baños, oficina y auditorio.

Para el suministro de energía se tiene una tarifa OM, la cual es definida por CFE como, tarifa ordinaria para servicio general de media tensión, con demanda menos a 100W, y una capacidad contratada de 63kWatts.

La cual llega a un transformador de 112kVA, estando otros tres transformadores de 300KVA, 300KVA y 225KVA, respectivamente, conectados en anillo.

CFE sugiere los siguientes pasos para el aprovechamiento óptimo de la energía eléctrica, ahorro, optimización, implementación de nuevas tecnologías, implementación de energías renovables.

Se plantea como meta, disminuir la carga conectada y el consumo en KWh, de todo el tecnológico, medible e identificable, en los niveles de facturación.

Se presentan los pasos realizados para identificar la carga conectada, después la identificación del tipo de carga predominante, con base en este resultado, se describen los pasos realizados para disminuir la carga, siguiendo con la concientización y buenas prácticas, por último, el análisis de resultados, basados en la facturación y niveles de consumo, concluyendo con el cálculo de toneladas de CO₂ generadas indirectamente, presentando la disminución lograda durante los años 2015 y 2016, todos los datos presentados corresponden a los dos años citados.

Análisis de la carga conectada

Se realizó un recorrido por todas las instalaciones identificando la carga conectada en cada uno de los edificios e instalaciones tales como, centro de copiado, comedor, áreas comunes, estadio, módulos de información y cafetería.

De los datos obtenidos mediante las observaciones realizadas, se obtuvieron los siguientes:

Infraestructura	Carga conectada (A)	Potencia Conectada (W)
A	289 A	35kW
Purificadora	140 A	14kW
B	289 A	35kW
C	290 A	36kW
D	287 A	34kW
E	300 A	36 Kw
F	267 A	34kW
Vinculación	362 A	43 Kw
Computo	2 kan	204 Kw
Isla informativa TESCO	14 A	2 Kw
Casetas de vigilancia	14 A	1.6kW
Externos	300 A	37 Kw
Cafetería	200 A	20 Kw
Biblioteca	300 A	38 Kw
Taller de electrónica y laboratorios	647 A	77.6 Kw
Total	5 KA	648 Kw

Tabla 1 Carga conectada

Lo primero que se puede apreciar en esta tabla es que la carga total conectada es de 648 Kw, que comparado con la carga contratada con CFE que es de 63kW, se supera en 10 veces esta medida. Lo cual indica que aun cuando el TESCO no tenga encendidos todos los aparatos al mismo tiempo, el consumo mensual siempre estará por encima de este valor. La consecuencia inmediata por parte de la compañía suministradora de energía es que incrementa el valor del multiplicador (Factor para establecer una base de cobro), estando en este momento en 240, cuando normalmente debe ser de 60.

Esto indica claramente que una de las primeras acciones que se deben seguir es la disminución de la carga conectada.

En el estudio de carga conectada se identifica que la iluminación representa el 43% del total.

Pasos realizados para disminuir la carga conectada relacionada con la iluminación

Garantizar la calidad del servicio

Disminuir la carga conectada referida a iluminación, significa quitar lámparas, pero se debe garantizar la calidad del servicio, para lograr esto, se deben garantizar ciertos niveles de iluminación. Los niveles de iluminación, están dictados por la Secretaria del Trabajo y previsión social en la Norma Oficial Mexicana NOM-025-STPS-2008, Condiciones de iluminación en los centros de trabajo, indica que en espacios de trabajo como salones, oficinas y laboratorios, donde se requiere una distinción moderada de detalles, se requieren 300 luxes en los niveles mínimos de iluminación y en pasillos un mínimo de 50 luxes.

Con base en los niveles mínimos se realizó un estudio de Luxometría, en cada salón y oficina del TESCI, demostrando que estaban muy por encima de los valores necesarios, en algunos casos se llegaban hasta a 1200 luxes.

En conclusión, las luminarias estaban sobradas, y se podía disminuir la carga conectada sin afectar la calidad del servicio.

Cálculo del número de luminarias por área de trabajo

Para calcular el número de luminarias por cada espacio de trabajo se utilizo el Método de los Lúmenes, también denominado, Sistema General o Método del Factor de utilización, este método da como resultado, la cantidad y distribución de luminarias que deben instalarse en un espacio de trabajo.

Se presenta en la figura 3, un ejemplo del cálculo realizado.

Norma Europea UNE EN12464-1:2003, y NOM-025-STPS--2008			
Modelo lámpara	FB32T8/6 25W ADV841 XEW	Flujo luminoso	2400 lúmenes
SALON 101.			
Índice del local:	$k=(a.b)/h(a+b)$		1.53
Coefficientes de reflexión			
Techo acústico blanco	0.5-0.65	Cu=	0.85
Paredes	0.5-0.75	Cm=	0.6
Suelo blanco	0.70-0.85	Flujo Luminoso=	35,858.12
Altura luminaria:	2.55	m	
altura de trabajo:	1.29	m	
Ancho a:	7.38	m	
Largo b:	8.26	m	
Superficie=	60.96	m ²	
Numero de luminarias	9		
		Redondeo	
Numero a lo ancho	2.583516755		3
Numero a lo largo	2.891578374		3
Comprobación			
Em		300	CUMPLE

Figura 3 Calculo de luminarias por salón

Se realizó el mismo estudio para todos los edificios del instituto, y posteriormente se llevo a cabo.

Como complemento a la disminución de luminarias, se separo la carga, poniendo apagadores por secciones pequeñas, en cada salón, y pasillo, así como poner apagadores en los baños.

Concientización y buenas prácticas

Se debe tener en cuenta que reducir carga conectada, no da resultados de disminución de consumo por si solo. Es decir, el tiempo que un foco esta encendido, es tan importante como los watts que consume.

De lo anterior se deduce que se debe concientizar a los alumnos, personal docente y administrativo a que las luces se apaguen.

Estas acciones se realizaron en tres fases, concientizar, mediante carteles en cada pasillo y salón, conferencias, donde se explica el impacto de reducir el consumo de energía eléctrica, tanto al medio ambiente como a la facturación, y la tercera con un concurso de video donde expongan las mejores prácticas de ahorro de energía.

Resultados

Con base en los datos, que proporciona CFE en sus recibos de luz, se puede saber el nivel de consumo en KWh, por cada mes.

Estos datos se muestran en la Tabla 2.

	Consumo de energía eléctrica en KWH			Emisión de CO2, al medio ambiente. Factor=0.454. En tCo2		
	Año 2015	Año 2016	Diferencia	Año 2015	Año 2016	Reducción
enero	43,320.00	40,320.00	3,000.00	19.67	18.31	1.36
Feb.	47,760.00	46,800.00	960.00	21.68	21.25	0.44
marzo	47,520.00	43,680.00	3,840.00	21.57	19.83	1.74
Abril	51,840.00	47,280.00	4,560.00	23.54	21.47	2.07
mayo	51,120.00	52,080.00	960.00	23.21	23.64	0.44
junio	54,720.00	47,280.00	7,440.00	24.84	21.47	3.38
Julio	52,800.00	43,440.00	9,360.00	23.97	19.72	4.25
agosto	45,120.00	39,600.00	5,520.00	20.48	17.98	2.51
Sept	48,480.00	36,960.00	11,520.00	22.01	16.78	5.23
Oct	53,040.00	50,880.00	2,160.00	24.08	23.10	0.98
Nov	60,240.00	48,000.00	12,240.00	27.35	21.79	5.56
Dic	52,080.00	46,800.00	5,280.00	23.64	21.25	2.40
Total	608,040.00	543,120.00	64,920.00	276.05	246.58	29.47

Tabla 2 Consumo en KWh y emisión de tCO₂

En los resultados obtenidos se puede apreciar que hubo una reducción de consumo total de 64,920 KWh, lo que signifioco dejar de emitir 29.47 tCO₂ al medio ambiente.

En el Gráfico 1, se aprecia la reducción tanto en KWh, primera grafica, como la disminución en las emisiones de CO₂, segunda grafica.

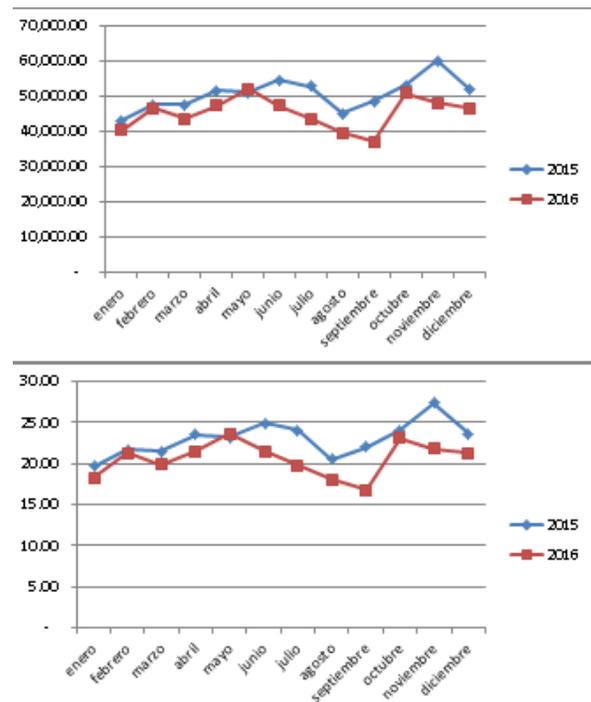


Gráfico 1 Reducción en consumo de KWh y de emisiones de CO₂

Agradecimiento

Agradezco al Tecnológico de Estudios Superiores de Cuautitlán Izcalli, por permitirme realizar las acciones que poco a poco nos llevan a lograr los resultados planeados en el inicio del proyecto.

Conclusiones

Con base en los resultados obtenidos, se concluye que la reducción de carga conectada, aunada a las buenas prácticas, nos permite reducir el consumo de energía y de forma indirecta las emisiones de CO₂ al medio ambiente.

En cada edificio se redujo entre un 20% y un 35% de las luminarias conectadas, además de que se secciono en pequeñas áreas, controladas por apagadores.

Pequeñas acciones, como quitar carga conectada, poner apagadores, y concientizar a las personas en el buen uso de la electricidad, ha dado resultados alentadores. 29.47 toneladas menos de CO₂ en el aire.

Referencias

FIDE. (2008). Energía Guanajuato. Recuperado el 11 de febrero de 2014, de http://energia.guanajuato.gob.mx/siegconcyteg/formulario/Memorias2009/Panel_Programas_Exitosos/Proyectos_Exitosos_de_Ahorro_Eficiencia_Energetica.pdf

Abonza, C. J. (Junio de 2008). Sistema de supervisión, control y adquisición de datos para el ahorro de energía". Recuperado el 11 de 07 de 2017, de <http://www.saber.cic.ipn.mx/cake/SABERsvn/trunk/Repositorios/webVerArchivo/416/2>
CFE. Página oficial CFE. Recuperado el 10 de 02 de 2017, de <http://www.cfe.gob.mx/paginas/home.aspx>

Fernández, J. L. (02 de 2013). Ahorrar dinero con una iluminación mejor. Recuperado el 11 de 07 de 2017, de http://www.scp-centre.org/fileadmin/content/files/project/mexico_university/UNAM_lay_es-end.pdf

FIDE. (5 de 02 de 2014). Página principal de FIDE. Recuperado el 10 de 06 de 2017, de <http://www.fide.org.mx/index.php>

Landeros, L. (2006). Proyecto para el ahorro de energía. Recuperado el 11 de 2 de 2017, de <http://es.scribd.com/doc/94426324/ahorro-de-energia>

Luminotecnia. (Cabanes, 1995). Recuperado el 11 de 2 de 2017, de <https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/12833/art%20C3%ADculo%20docente%20C%3%A1%20m%20C3%A9todo%20de%20los%20l%20C3%BAmenes.pdf>

Nota técnica No. 27726 INCAE Business School.: "El papel de la energía en el desarrollo sostenible: Hechos y asuntos fundamentales".

NOM-025. Recuperado el 10 de 02 de 2017, de <http://www.stps.gob.mx/bp/secciones/dgsst/normatividad/normas/Nom-025.pdf>

Manuales de Energía Renovables/Biomás. PNUD,GEF,BUN.CA. San José, Costa Rica. Septiembre 2002.

CEI/IEC-61000-4-30:2003 "Testing and measurement techniques- Power quality measurement methods.

UN-EN-50160:1999 "Características de la tensión suministrada por las redes generales de distribución".
www.cfe.gob.mx